

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

УДК 533.9:537.52

ВЗАИМОСВЯЗЬ СТРУКТУРЫ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗАПЕЧАТЫВАЕМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК С НАПРЯЖЕНИЕМ КОРОННОГО РАЗРЯДА ПРИ ИХ АКТИВАЦИИ

Сафаева Дилафруз Рузматовна, Шукруллаева Малохат Сайфуллаевна,
Тиллаев Толмасбек Уролович, Шин Илларион Георгиевич

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности

Аннотация. В статье раскрываются особенности процесса коронного разряда, применяемого для активации и подготовки невпитывающей поверхности полимерных плёнок к печати. Результаты исследований показали, что напряжение коронного разряда тесно связано с молекулярной структурой полимера, энергией активации, энергией разрыва полимерных цепей и энергией межмолекулярного взаимодействия. Установлено, что полученные выводы создают основу для целенаправленного регулирования качества печатного оттиска на различных полимерных пленках с улучшенными адгезионными свойствами с учётом структурных и энергетических характеристик.

Ключевые слова: полимерные плёнки, адгезия, активация, напряжение, коронный разряд, полиэтилен, полипропилен, полиэтилентерефталат, термодинамика, энергия.

Введение. Основной проблемой при печати на полимерных пленках (полиэтилен -ПЭ, полипропилен- ПП, полиэтилентерефталат-ПЭТФ), представляющих собой невпитываемый материал, является точная передача графической и текстовой информации без искажений на поверхность запечатываемого материала с обеспечением градиционных и цветовых переходов.

Для улучшения адгезионных свойств полимерных материалов проводят активацию их поверхностных слоёв специальной обработкой поверхности [1,2], приводящую к увеличению смачиваемости и способности удерживать печатную краску. Адгезия в значительной степени зависит от структуры поверхности полимера и её свободной энергии. На величину адгезии существенно влияет также микрогеометрия поверхности полимерного материала. Наиболее распространённым, помимо механической и химической обработки, является обработка полимерных плёнок в плазме коронного разряда [3,4].

При обработки полимерных плёнок коронным разрядом заряженные частицы, двигаясь к поверхности обрабатываемого материала с ускорением под действием электрического поля, осуществляют ударные взаимодействия и вызывают разрывы цепей макромолекул полимера с нарушением

ковалентных связей, одновременно образуя множество открытых концевых связей и свободную валентность. Последние обстоятельства являются основополагающими в повышении адгезионных свойств за счёт образования активных центров с высокой реакционной способностью, зависящих к тому же ещё от геометрического параметра микропрофиля обработанной поверхности [5].

Обоснованный выбор режимных параметров и, в первую очередь, коронирующего напряжения U_k в зависимости от вида полимерного запечатываемого материала, его структуры и термодинамических характеристик, является важным в научно – практическом плане для получения высококачественных оттисков на невпитывающих печатных материалах.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследования использовали образцы плёнок из полиэтилена низкой плотности (ПЭНП) и биаксиально-ориентированные полипропиленовые плёнки (БОПП), произведённые методом плоскощелевой экструзии соответственно в ООО "Maya-plast" и ООО "Sirdaryo mega-lyuks". Физические свойства наиболее востребованных в упаковочном производстве полимерных плёнок приведены в табл. 1.

Таблица 1

Физические характеристики полимерных плёнок, используемых в упаковочном производстве

№	Наименование	БОПП		ПЭНД	
		ГОСТ 26996-86	образец	ГОСТ 16338-85	образец
1	Поверхностная плотность ρ_s , г/м ²	16,38 - 18,20	16,4	20,2 - 29,7	27,61
2	Плотность ρ , кг/м ³	920 - 930	820	919 – 972,5	920
3	Относительная молекулярная масса M , г/моль	25,0-50,0	42,081	20,0 - 40,0	28,05
4	Толщина b , мкм	-	20	-	30

На основе априорной информации и данных предварительных исследований режим активирования коронным разрядом был выбран следующим: напряжение 10-20 кВ, частота тока 20 кГц, ток разряда от 28 до 80 мА, зазор между электродами 2 мм [4,5].

Результаты и их обсуждение. Изучение любого процесса с энергетической точки зрения основывается на термодинамике [6], которая определяет количественные соотношения между теми или иными видами энергии, существующей или возникающей в данной термодинамической системе.

В случае бесконечно малого изменения состояния термодинамической системы справедливо соотношение:

$$\delta Q = dU + \delta A, \quad (1)$$

где δQ – малое количество теплоты, переданное системе;

dU – бесконечно малое увеличение внутренней энергии системы (полимера);

δA – элементарная работа, совершаемая против внешних сил.

Энергетический анализ обработки полимеров коронным разрядом с целью модификации поверхности для резкого улучшения адгезионных свойств целесообразно вести с общей позиции энергетического рассмотрения процесса разрушения полимерных тел [7,8].

В соответствии с первым началом термодинамики (1) элементарная работа δA , совершаемое против внешних сил при обработке полимерной пленки коронным разрядом эквивалентна энергии активации разрушения полимеров U_0 (табл.2).

Данная энергия у полипропилена более чем в два раза превосходит значение для полиэтилена. Поэтому величина режимного параметра, ответственного за количество теплоты Q , подведенного к системе в межэлектродное пространство, должна иметь большее значение. Так, при обработке коронным разрядом полиэтиленовых плёнок для печати напряжение 10 кВ обеспечивает сильную адгезию с красками на спиртовой основе, проявляя лучшую смачиваемость поверхности полимера и, как следствие, улучшение качества печати [5].

Однако напряжение 10 кВ и соответствующая ей мощность не обеспечивает достаточное сцепление поверхности полимерной пленки из полипропилена с печатной краской после обработки коронным разрядом. Было экспериментально установлено, что только обработка напряжением 12 кВ даёт равномерное распределение краски на поверхности запечатываемого материала, что свидетельствует о достаточной активации поверхности после обработки.

Следует полагать, что одной из причин повышенного напряжения при обработке полипропилена является и большее значение молекулярной массы элементарного звена (табл.1): у полипропилена - 42,081, у полиэтилена - 28,054 кДж/моль. Однако главной причиной, на наш взгляд, является большая энергия активации разрушения полимеров U_0 (табл.2) и энергия межмолекулярного взаимодействия (кДж/моль) (табл. 3).

Таблица 2

Значения энергии активации разрушения полимеров U_0 , энергии разрыва полимерных цепей U_D и энергии диссоциации химических связей E_D

Полимеры	U_0 кДж/моль	U_D кДж/моль	E_D кДж/моль
Полиэтилен	109	250	345
Полипропилен	234	230	345
Полиэтилен-терефталат	222	-	345

Таблица 3

Энергетические характеристики структуры волокнообразующих полимеров

Полимеры	Энергия диссоциации связей в цепи, кДж/моль		Энергия межмолекулярного взаимодействия, кДж/моль		
	Термический распад	Механическое разрушение	в кристаллитах		в аморфных участках
			D_m	$D_{уд}$	
Полиэтилен	251-318	250-293	8,4-10,5	0,3-0,37	4,5-5,2
Полипропилен изотиктический	255-272	230-234	12,5-16,7	0,28-0,37	8,9-12,2
Полиэтилен-терефталат	261-287	-	46-61	0,35-0,46	-

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокomпозитов

- Негматов С.С., Абед Н.С., Негматова К.С., Туляганова В.С., Негматов Ж.Н., Касимов Ш.Б., Бозорбоев Ш.А., Муродов И.И., Эргашев Н.Э., Абдукаххоров А.А., Саидкулов С.А.** О механизме физико-химических взаимодействий компонентов композиционных полимерных материалов, наполненных неорганическими и органическими ингредиентами 3
- Абед Ф.Ж., Иногамов С.Е., Туреева Г.А.** Разработка и валидация методов анализа экстракта Алоэ и метилурацила в комбинированных фитоплёнках 9
- Негматов С.С., Бабаханова М.А., Касимова М.Н., Раупова Д.Н., Шамсиевна С.С.** Исследование влияния состава на свойства композиционных лакокрасочных материалов на основе местного сырья, применяемых в различных отраслях промышленности 13
- Сафаева Д.Р., Шукруллаева М.С., Тиллаев Т.У., Шин И.Г.** Взаимосвязь структуры и энергетического состояния запечатываемых полимерных пленок с напряжением коронного разряда при их активации 16
- Негматов С.С., Хурсанов А.Х., Негматов Ж.Н., Негматова К.С., Абед Н.С., Холмурадова З.К., Икрамова М.Э., Эрнийёзов Н.Б.** Исследование состава и технологических режимов флотационного обогащения медно-молибденовых руд месторождения «Кальмакыр» с применением флотореагента-вспенивателя КХФ-ВС..... 18
- Жумаева А.А.** Модификацияланган поливинилхлориднинг юмшаш ҳароратларини ўрганиш 21
- Khusanova M.F., Djalilov A.T., Beknazarov X.S.** Synthesis and physicochemical characterization of highly absorbent oleogels 24
- Эшдавлатова Г.Э., Камолов Л.С., Бобилова Ч.Х.** Исследование эффективности пенообразования на основе блок-сополимеров в растворах диэтанолamina 27
- Radjabov O.I., Yariev O.O., Azimova L.B., Djurabaev Dj.T., Filatova A.V., Turaev A.S.** Na-KMS va I tip kollagenning o'zaro ta'sirini molekulyar doking usulida ilmiy asoslash 30
- Айтмуратова А.Е., Сидрасулиева Г.Б., Каттаев Н.Т., Акбаров Х.И., Дадаходжаев А.Т.** Синтез нанодисперсного NiO из отработанного промышленного катализатора ТО-2 и исследование его структурных и адсорбционных свойств 34

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

- Abed N., Negmatova K., Tulyaganova V., Tukhtasheva M., Shamsiyeva S., Kosimov Sh.** Investigation of the influence of the nature and type of fillers on the antifriction-wear-resistant properties of composite polymer coatings 39
- Алланазаров А.А.** Оқ чўянларни кесувчи асбоб тифининг ейилишга бардошлигини назарий тадқиқи 42
- Berdiyev D.M., Liang Z., Abdullayev A.X., Ibroximova M.M.** Nikel asosli olovbardosh qotishmalar xossalariга metallmas qo'shimchalarning ta'siri 44
- Абдуллаев Ф.К., Йулдошев О.Ч.** Экспериментальное исследование жидкотекучести чугуновых сплавов. 47
- Алланазаров А.А., Ахмедов А.Х., Шакиров Ш.М., Хусанов У.С.** Оқ чўянга механик кесиб ишлов бериш жараёнини назарий тадқиқ этиш 50
- Saidakhmedova G.R., Inoyatkhodjaev J.Sh., Saydakhmedov R.Kh., Parpiev M.M.** Effect of aluminum coating thickness on the performance characteristics of reflectors 54
- To'rayev A.N., Murodqosimov R.X., Axmedova M.E., Solijonova Sh.X., Xolmatov E.M., Rajabova M.A.** Nikel qo'shimchasining alyuminiy qotishmalarining yeyilishbardoshligiga ta'sirini o'rganish 57
- Kodirov O., Safarov T., Beknazarov Kh.** Study kinetic results of the inhibitors synthesis of corrosion inhibitor based on P-phenylenediamine, formalin and alanine 59

3. Разработка и технология получения композиционных материалов

- Абед Н.С.** Разработка метода формирования электропроводящих композитов с сегрегированной структурой, содержащих наноразмерный углеродный наполнитель 64